

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра аналітичної хімії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Декан хімічного факультету  
/Лендел В.Г./  
« 01 » бересня 2021 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ ДОВКІЛЛЯ**

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський) рівень
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	01 Освіта/Педагогіка
Освітня програма	102 Хімія
Статус дисципліни	014-середня освіта
Мова навчання	хімія
	вибіркова
	українська

Ужгород 2021

Робоча програма навчальної дисципліни **Аналітична хімія довкілля** для здобувачів вищої освіти галузі знань **10 Природничі науки, 01 Освіта/Педагогіка** спеціальності **102 Хімія, 014-середня освіта** освітньої програми **Хімія**.

**Розробники:** Студеняк Я.І, доцент, к.х.н, завідувач кафедри

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **Аналітичної хімії**

протокол № 14 від « 30 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри  Студеняк Я.І.

Схвалено науково-методичною комісією хімічного факультету

протокол № 5 від « 25 » червня 2021 р.

Голова науково-методичної комісії  Поторій М.В.

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 180	<b>1</b>	
Кількість модулів – 2	Семестр:	
Тижневих годин для денної форми навчання: 4 аудиторних –70 самостійної роботи студента – 110	<b>2</b>	
	Лекції:	
	<b>30</b>	
	Практичні (семінарські):	
	-	
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні:	
	<b>40</b>	
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:	
	<b>110</b>	

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Аналітична хімія довкілля» ознайомлення і засвоєння ідеології та практики проведення аналізу хімічного складу важливіших об'єктів навколишнього середовища – атмосфери, гідросфери, літосфери, біосфери та антропосфери. Засвоєння навиків практичної роботи при контролі об'єктів довкілля, проведення аналізу вод, ґрунтів, рослин щодо значень інтегральних та індивідуальних параметрів, вмісту основних (типових) забруднювачів, поживних елементів, тощо. Набуття навиків формування тактики проведення аналізу конкретних об'єктів, залежно від вихідних умов та значень інтегральних параметрів. Вивчення основних властивостей об'єктів довкілля, які впливають на проведення аналізу та на результати. Критична оцінка класичних та сучасних методів аналізу природних об'єктів.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Аналітична хімія довкілля» є ознайомлення із класичними та сучасними методами контролю основних об'єктів навколишнього середовища, їх характеристиками, перевагами та недоліками. Засвоєння ідеології проведення аналізу хімічного складу (забруднювачів) вод, повітря, ґрунтів, рослин, тощо.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

### Загальні компетентності (ЗК)

- ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 5. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- ЗК 6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- ЗК 9. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 15. Знання засад і принципів державної політики у сфері розвитку хімічної науки та промисловості, охорони довкілля та раціонального природо користування, здійснення ефективної політики у хімічній галузі.
- ЗК 16. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації, застосовувати здобуті фундаментальні знання при розробці нових наукових методик в новітніх промислових технологіях, зразках нової техніки і апаратури.
- ЗК 17. Здатність до вирішення проблем інноваційного характеру та пошуку альтернативних рішень у професійній діяльності.

### Фахові компетентності (ФК)

- ФК 1. Здатність використовувати закони, теорії та концепції хімії у поєднанні із відповідними математичними інструментами для опису природних явищ.
- ФК 3. Здатність організувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент.
- ФК 4. Здатність інтерпретувати, об'єктивно оцінювати і презентувати результати свого дослідження.
- ФК 8. Розуміння ключових хімічних понять, основних фактів, концепцій, принципів і теорій, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.
- ФК 13. Дослідницькі навички: використання лабораторного обладнання і приладів для визначення параметрів (характеристик) речовин, навички відбору зразків (проб) природних компонентів для аналізів, проведення експериментальних досліджень.
- ФК 15. Здатність застосовувати знання з традиційної і сучасної хімії, охорони довкілля, оптимізації технології хімічних виробництв, здатність до їх використання для мінімізації техногенного впливу та відновлення порушених природних екосистем, організувати роботу відповідно до вимог безпеки життєдіяльності й охорони праці
- ФК 19. Знання методів розробки перспективних і поточних планів і проектів з хімічних та екологічних технологій, методів контролю оцінки та прогнозування хімічних та екологічних процесів, основних закономірностей розвитку соціально-економічних систем і

вміння враховувати при цьому хімічні фактори для сприяння переходу суспільства до сталого розвитку.

ФК 20. Знання особливостей і вміння ведення професійної діяльності на хімічних виробництвах, принципів формування систем хімічного та екологічного менеджменту та процедур управління діяльністю підприємств.

ФК 21. Здатність створювати об'єкти інтелектуальної власності та ефективно використовувати їх на базі правових норм, засвоювати методики проведення окремих робіт в області оформлення права власності та зразків типових норм різноманітних документів стосовно використання інтелектуальної власності і патентної літератури.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** Основні властивості об'єктів довкілля (повітря, вод. ґрунтів, біологічних об'єктів), що впливають на строки, способи та методи відбору проб, пробопідготовки та аналізу хімічного складу (токсикологічний, органолептичний, фізико-хімічний та агрохімічний аналіз). Основні (узагальнені), хіміко-аналітичні, метрологічні, експлуатаційні характеристики найбільш поширених хімічних та інструментальних методів аналізу і знати їх принципи. Ідеологією проведення аналізу об'єктів довкілля. Принципи методик визначення інтегральних параметрів та типових забруднювачів атмосфери, гідросфери, літосфери та біосфери.

**вміти:** відбирати проби повітря, вод, ґрунтів, деяких видів рослин, проводити їх підготовку до аналізу (в. т.ч. консервувати, зберігати), виконувати аналіз згаданих об'єктів на вміст типових забруднювачів, статистично обробляти отримані експериментальні дані, проводити перевірку отриманих результатів аналізу. Вибирати найбільш придатні із доступних методів аналізу для реальних об'єктів.

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Комбіновані методи аналізу» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

Першого (бакалаврського) рівня:

ОК 4 – іноземна мова

ОК-7 – фізика

ОК-8 – обчислювальна техніка і основи програмування

ОК-11- неорганічна хімія

ОК-13 - аналітична хімія

ОК-18 – органічна хімія

ОК-19 – фізична хімія

Другого (магістерського) рівня

ОК-1 охорона праці у галузі

ОК-6 – аналітичні сенсорні системи

ВБ-1.2 – організація аналітичної служби на виробництві

ВБ-2.1 – теоретичні основи аналітичної хімії

ВБ-2.2 – комбіновані методи аналізу

#### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Аналітична хімія довкілля», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2.
Вільно спілкуватися англійською та (за можливості) іншою іноземною мовою з професійних питань, усно і письмово презентувати результати досліджень з хімії іноземною мовою, брати участь в обговоренні проблем хімії.	ПРН 7.
Вміти ясно і однозначно донести результати власного дослідження до фахової аудиторії та/або нефаківців.	ПРН 8.
Складати технічне завдання до проекту, розподіляти час, організувати свою роботу і роботу колективу, складати звіт.	ПРН 11.
Використовувати методології і методи хімічних досліджень, принципи комплексного захисту природних екосистем і людського суспільства від екологічно небезпечних природних і техногенних процесів (явищ);	ПРН 13.
Використовувати знання про механізми хімічних процесів та дії антропогенних факторів для прийняття рішень щодо їх негативного впливу на довкілля;	ПРН 14.
Використовувати в чітко окресленому контексті основні поняття та принципи, методи дослідження та аналізу складних об'єктів та явищ для розв'язання прикладних і наукових завдань з хімії;	ПРН 22.
Оволодівати належними робочими навичками працювати самостійно (дипломна робота), або в групі (лабораторні роботи), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність;	ПРН 26.
Демонструвати вправність у володінні другою (іноземною) мовою, включаючи спеціальну термінологію, для пошуку та опрацювання літератури;	ПРН 27.
Застосовувати знання засад і принципів державної політики у сфері розвитку хімічної науки та промисловості, охорони довкілля та раціонального природокористування, здійснення ефективної політики у хімічній галузі.	ПРН 28.

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Аналітична хімія довкілля»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Глибоко розуміти основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються предметної області, опанованої у ході магістерської програми, використовувати їх для розв'язання складних задач і проблем, а також проведення досліджень з відповідного напрямку хімії.	ПРН 2.
Використовувати методології і методи хімічних досліджень, принципи комплексного захисту природних екосистем і людського суспільства від екологічно небезпечних природних і техногенних процесів (явищ);	ПРН 13.
Використовувати знання про механізми хімічних процесів та дії антропогенних факторів для прийняття рішень щодо їх негативного впливу на довкілля;	ПРН 14.
Використовувати в чітко окресленому контексті основні поняття та принципи, методи дослідження та аналізу складних об'єктів та явищ для розв'язання прикладних і наукових завдань з хімії;	ПРН 22.
Застосовувати знання засад і принципів державної політики у сфері розвитку хімічної науки та промисловості, охорони довкілля та раціонального природокористування, здійснення ефективної політики у хімічній галузі.	ПРН 28.

## 5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

### Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

Накопичувальна бально-рейтингова система, що передбачає оцінювання студентів за усі види аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямовані на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, модульний, підсумковий контроль. Поточне оцінювання рівня засвоєння теми здійснюється на кожному практичному чи лабораторному заняттях. Рейтингова оцінка формується на основі поточних оцінок (колоквіуми, практичні заняття) та результатів виконання модульних контрольних робіт. Підсумкова оцінка за дисципліну може дорівнювати рейтинговій або ж встановлюватись за підсумками складання заліку чи іспиту.

### Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: колоквіуми (усні або письмові), практичні заняття

Форма модульного контролю: модульні контрольні роботи (письмові)

Форма підсумкового семестрового контролю: залік, екзамен

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	всього	50	100
5	10	5	10	5	10	5	50		

T1, T2 ... – теми

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота									Модульна контрольна робота	Сума
T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	всього	40	100
5	5	10	10	5	10	5	10	60		

T1, T2 ... – теми

### Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	50	4	60
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
<b>Разом</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

## Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

Оцінка *відмінно* (**A**) виставляється, коли студент дає абсолютно правильні відповіді на теоретичні питання з викладенням оригінальних висновків, отриманих на основі програмного, додаткового матеріалу та нормативних документів. При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**B**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання на основі програмного та додаткового матеріалу. При виконанні практичних завдань студент застосовує узагальнені знання навчального матеріалу, передбачені навчальною програмою.

Оцінка *добре* (**C**) виставляється студенту, який повністю розкрив теоретичні питання, а програмний матеріал викладено у відповідності до вимог. Практичні завдання виконані в цілому правильно, але мають місце окремі неточності.

Оцінка *задовільно* (**D**) виставляється, коли студент розкрив теоретичні питання, проте при викладенні програмного матеріалу допущені окремі помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається помилок, за рахунок недостатнього розуміння програмного матеріалу.

Оцінка *задовільно* (**E**) виставляється, коли студент неповністю розкрив теоретичні питання, відповідь містить суттєві помилки. При виконанні практичних завдань студент припускається значних помилок, а виконання завдань викликає значні труднощі у студента.

Оцінка *незадовільно* (**FX**) виставляється студенту, який не розкрив теоретичні питання і не може виконати практичні завдання. Як правило такий студент виявляє здатність до викладення думки лише на елементарному рівні.

Оцінка *незадовільно* (**F**) виставляється студенту, який не виконав навчальну програму або якийсь елемент її складової, має фрагментарні знання, які не дозволяють розкрити теоретичні питання і виконати практичні завдання. Такий студент не може викласти свою думку навіть на елементарному рівні.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90-100	<b>A</b>	відмінно
82-89	<b>B</b>	добре
74-81	<b>C</b>	
64-73	<b>D</b>	задовільно
60-63	<b>E</b>	
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

За результатами контролю знань студентів, дозволяється виставлення екзаменаційної оцінки (без підсумкового іспиту) – «відмінно», «добре», та «задовільно». Студент має право підвищити оцінку, складаючи іспит.

## 6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 6.1. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль №1. Загальна характеристика методів та об'єктів.

##### Змістовий модуль 1 Методологія аналітичної хімії довкілля.

**Тема 1. Предмет курсу, завдання, методи.** Основні досягнення та проблеми аналітичної хімії довкілля. Особливості хімічного аналізу природних об'єктів. Класифікація методів хімічного аналізу.

**Тема 2. Основні характеристики методик** (правильність, відтворюваність, точність, межа виявлення, селективність, експересність, інформативність, тощо). Валідація методик аналізу. „Зелена аналітична хімія” – основні принципи та методи.

##### Змістовий модуль 2 Основні об'єкти довкілля, їх характеристика і методи відбору проб.

**Тема 3. Хімічні інгредієнти** – консервативні та неконсервативні, природні та антропогенні, токсичні та нетоксичні. Форми знаходження хімічних інгредієнтів у навколишньому середовищі та їх міграція. Основні етапи аналізу. Врахування впливу основних властивостей об'єктів на вибір та використання методів хімічного аналізу. **Хімічний склад** та аналізу об'єктів **гідросфери**. Основні складові природних вод – питної, поверхневих вод суші, підземних, опадів. **Особливості відбору проб** вод (поверхневих вод суші, із трубопроводів, артезіанських, тощо). Класифікація вод.

**Тема 4. Хімічний склад та аналіз атмосфери.** Методи **відбору проб** повітря. Основні складові та домішки в атмосфері. Основні форми знаходження хімічних інгредієнтів у повітрі – газоподібна, пароподібна, рідкі та тверді аерозолі. Відбір проб для аналізу. Поглинаючі середовища, їх вибір для конкретного типу інгредієнта. Леткість. Приведення об'єму повітря до н.у.

**Тема 5. Агрохімічний та токсикологічний аналіз ґрунтів.** Літосфера. Особливості хімічного складу основних типів ґрунтів України. Основні агрохімічні об'єкти. Відбір проб ґрунтів до аналізу. Методи аналізу ґрунтів. Ґрунти та мінерали.

##### Змістовий модуль 3. Пробопідготовка та тест методи аналізу об'єктів довкілля.

**Тема 6. Пробопідготовка – критична стадія аналізу об'єктів довкілля.** Обсяги пробопідготовки при аналізі повітря, вод, ґрунтів, донних відкладень та рослин. Основні операції пробопідготовки. Основні **методи розкладу проб** та вилучення хімічних інгредієнтів. Мікрохвильовий та ультразвуковий розклад твердих матеріалів, фотоліз та озоноліз вод. **Методи розділення та концентрування** в пробопідготовці важливіших об'єктів довкілля. (екстракція звичайна та твердофазна, сорбція, дистиляція, сублимація, цементация). Очистка екстрактів. Перевірка ступені вилучення аналіту.

**Тема 7. Тест-методи контролю довкілля.** Тест-методи хімічного аналізу та скрінінгу. Індикаторні папірці, індикаторні трубки. Основні проблеми та застосування. **Рослинна діагностика.** Хімічна тканинна діагностика забезпечення рослин поживними елементами. Біоіндикація та рослинна візуальна діагностика. **Біосфера.** Хімічний склад та живлення рослин. Форми засвоєння поживних речовин. Методи визначення **інтегральних параметрів** основних об'єктів довкілля.

## Модуль №2. Інструментальні та хімічні методи аналізу довкілля.

### Змістовий модуль 4. Класичні та автоматизовані методи аналізу і моніторингу.

**Тема 8. Методи моніторингу. Автоматизовані системи аналізу.** Рівні та види моніторингу. Екологічний та фоновий моніторинг. Кліматичний моніторинг. Дистанційні методи хімічного аналізу. Зондові методи хімічного аналізу. Оптико-акустична спектроскопія в контролі атмосфери.

Аналізатори в контролі об'єктів довкілля. Автоматизовані системи контролю за станом об'єктів гідросфери. Основні різновиди, принципи роботи та метрологічні характеристики.

**Тема 9. Хімічні методи аналізу довкілля.** Хімічні методи аналізу основних об'єктів навколишнього середовища. Гравіметрія, титриметрія, кольориметрія. Застосування, аналітичні і метрологічні характеристики.

**Тема 10. Електрохімічні методи та сенсори.** Використання іонометрії, вольтамперометрії, кулонометрії, кондуктометрії. Поняття про електрохімічні сенсори. Використання та аналітичні характеристики. в контролі об'єктів довкілля. Сенсори пезокварцового мікрозважування. Газові кондуктометричні сенсори. **Електрофоретичні методи** Високоєфективний капілярний електрофорез в аналітичній хімії довкілля. Основні принципи та обладнання ВЕКЕ. Методи ВЕКЕ визначення аніонного та катіонного складу рідин.

### Змістовий модуль 5. Методи спектроскопії та спектрометрії

**Тема 11. Методи молекулярної спектроскопії при визначенні різних форм хімічних інгредієнтів.** Фотометрія, УФ, ІЧ – спектроскопія. Оптичні сенсорні системи, волокно-оптичні сенсори, їх конструкція та використання. Автоматизація класичних методів. Протічно-інжекційні методи аналізу. Люмінесцентні методи аналізу. Використання ефекту Шпольського в контролі ОНС.

**Тема 12. Методи атомної спектроскопії при визначенні мікроелементів та токсичних елементів.** Атомно-абсорбційна та атомно-емісійна спектроскопія в контролі мікроелементного стану навколишнього середовища. Метод ОЕС-ІЗП – сучасний метод мультиелементного аналізу. Методи ААС-ЕТА, ААС- полум'я як одноелементні методи визначення важких металів.

### Змістовий модуль 6. Хроматографічні та мас-спектрометричні методи

**Тема 13. Хроматографічні методи** контролю вмісту забруднювачів довкілля. Загальна характеристика методів хроматографії. Методи **газової хроматографії (ГХ)** в контролі основних об'єктів довкілля. Особливості застосування, та аналітичні характеристики.

**Тема 14. Методи рідинної хроматографії** в хімічному аналізі довкілля. Методи високоєфективної рідинної хроматографії (ВЕРХ), та площинної (тонкошарова /ТШХ/, паперова) хроматографії при визначенні органічних забруднювачів. Високоєфективна іонообмінна хроматографія (ІХ) – іонна хроматографія як провідний метод визначення іонних форм речовин у рідких пробах та екстрактах.

**Тема 15. Мас-спектрометричні** гібридні і тандемні методи ідентифікації та визначення токсичних домішок. Основні різновиди мас-спектрометричного обладнання та його використання. Методи хромато-мас-спектрометрії при визначенні отрутохімікатів та суперекотоксикантів. Радіометричні методи аналізу довкілля.

## 6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Форма навчання:					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські)	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
<b>1-й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1. Предмет курсу, завдання.	7	2				5
Тема 2. Характеристики методик. Валідація.	18	2		6		10
Тема 3. Хімічні інгредієнти. Атмосфера	7	2				5
Тема 4. Особливості складу та аналізу об'єктів гідросфери	18	2		6		10
Тема 5 Агрохімічний і токсикологічний аналіз ґрунтів.	7	2				5
Тема 6. Пробопідготовка Методи розкладу проб розділення та концентрування	18	2		6		10
Тема 7. Тест-методи контролю довкілля	7	2				5
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль						
	<b>82</b>	<b>14</b>		<b>18</b>		<b>50</b>
<b>Модуль 2</b>						
Тема 8 Моніторинг Автоматизовані системи	7	2				5
Тема 9 Хімічні методи аналізу	7	2				5
Тема 10 Електрохімічні методи та сенсори	13	2		6		5
Тема 11. Методи молекулярної спектроскопії	18	2		6		10
Тема 12 Методи атомної спектроскопії	12	2				10
Тема 13 Методи ГХ в контролі довкілля.	18	2		6		10
Тема 14 Методи РХ в аналізі довкілля	10	2				8
Тема 15 Методи мас-спектрометрії	13	2		4		7
Модульна контрольна робота						
Разом за модуль						
	<b>98</b>	<b>16</b>		<b>22</b>		<b>60</b>
<b>Разом за семестр</b>						
	<b>180</b>	<b>30</b>		<b>40</b>		<b>110</b>

### 6.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заоч
1	Правила т/б при роботі в лабораторії. Приготування розчинів та обладнання для виконання аналізу. Відбір проб і підготовка проб ґрунтів та вод до аналізу.	6	
2	Визначення інтегральних параметрів основних об'єктів хімічними та інструментальними методами. Визначення рН та електропровідності вод та ґрунтів.	6	
3	Визначення нітратів у ґрунтах та рослинній продукції.	6	
4	Визначення рухомих форм елементів у ґрунтах та водах оптичними та електрохімічними методами.	6	
5	Визначення органічних забруднювачів у водах хроматографічними методами.	6	
6	Визначення летких забруднювачів у повітрі та водах.	6	
7	Статистична обробка результатів та оформлення звіту по об'єктах аналізу. Проведення додаткових вимірювань	4	
<b>Разом</b>		40	

### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	<b>Предмет курсу, завдання.</b> Основні об'єкти навколишнього середовища: атмосфери, гідросфери, літосфери, біосфери та антропосфери та кругообіг речовин у природі. Основні методи хімічного аналізу: класифікація та поширення в аналізі довкілля. Тенденції розвитку методів хімічного аналізу навколишнього середовища.	2	
2	<b>Основні характеристики методик.</b> Діапазон визначуваного вмісту, діапазон лінійності, область використання методу, відтворюваність, повторюваність, збіжність, правильність, межа виявлення, межа визначення, чутливість, робастність, документальність, локальність, безпечність, експресність, вартість, простота. Оцінка відтворюваності та межі виявлення методики аналізу. Валідація методик хімічного аналізу.	5	
3	<b>Хімічні інгредієнти</b> та основні етапи проведення контролю навколишнього середовища. Розрахунок результатів аналізу одержаних різними методами. Вивід загальної формули для розрахунку результату аналізу. Переведення одиниць ppm, ppb, ppt в г/дм <sup>3</sup> , мг/м <sup>3</sup> , мг/кг, тощо. Статистична обробка результатів аналізу. Грубі промахи та їх відсіювання. Похибки.	5	
4	<b>Атмосфера - хім. склад та методи.</b> Хімічний склад атмосфери та основні забруднювачі. Розрахунок об'єму повітря необхідного для проведення аналізу з врахуванням чутливості методу аналізу та значення ГДК інгредієнту. Приведення об'єму повітря до стандартних умов. Методи контролю за вмістом основних забрудників атмосфери (CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , фреони, леткі нафтопродукти, карбонільні сполуки). Розрахунок леткості речовин, та вибір поглинаючого середовища при відборі проби повітря. Відбір проб повітря аспіраційним методом.	5	

5	<b>Особливості складу та аналізу об'єктів гідросфери</b> Хімічний склад поверхневих вод суші та основні забруднювачі. рН, іонний склад вод, головні іони, Eh, розчинений кисень, взаємозв'язки між ними. Правила консервації вод. Відбір проб вод з допомогою батометрів.	5	
6	<b>Агрохімічний та токсикологічний аналіз ґрунтів.</b> Контроль основних параметрів об'єктів літосфери. Хімічний склад ґрунтів та донних відкладень. Методи визначення поживних елементів та їх рухомих форм у ґрунтах. Загальний та легкогідролізований фосфор, азот, калій. Відбір проб.	5	
7	<b>Пробопідготовка – критична стадія аналізу довкілля</b> Обсяги пробопідготовки. Розбавлення, зважування, висушування, подрібнення, гомогенізація, скорочення, фільтрація проб. Способи інтенсифікації процесів пробопідготовки.	5	
8	<b>Методи розкладу проб.</b> Повне та часткове розчинення. Мокра мінералізація, сухе спалювання, сплавлення. Мікрохвильовий розклад проб – особливості та переваги. УЗ-розклад, озонування. Обладнання і техніка.	5	
9	<b>Методи розділення та концентрування.</b> Техніка розділення та концентрування. Екстракційне вилучення отрутохімікатів. Розрахунок оптимальних значень рН екстракції амфолітів. Оцінка фактору вилучення (recovery). Сорбція, дистиляція, виморожування, цементация, мікроекстракція, газова екстракція,	5	
10	<b>Тест-методи контролю довкілля.</b> Індикаторні папірці, індикаторні трубки. Методи скрінінгу при визначенні основних забруднювачів довкілля. Радіометричні методи контролю. Визначення ізотопів елементів природного та антропогенного походження	5	
11	<b>Рослинна діагностика.</b> Хімічний склад рослин. Методи біоіндикації навколишнього середовища. Листкова рослинна діагностика, аналіз соку. Індикаторні організми. Листкова діагностика.	3	
12	<b>Методи визначення інтегральних параметрів.</b> Методи визначення фізичних та основних фізико-хімічних параметрів навколишнього середовища.	2	
13	<b>Методи моніторингу.</b> Автоматизовані системи аналізу. Газоаналізатори. Зондові та дистанційні методи. Методи контролю за вмістом CO <sub>2</sub> , озону, оксидів нітрогену, сульфуру, нафтопродуктів у повітрі.	5	
14	<b>Автоматизовані системи аналізу.</b> Стаціонарні пости спостереження за станом атмосфери. Протічно-інжекційні методи аналізу вод.	5	
15	<b>Хімічні сенсори.</b> Сенсори пезокварцевого мікрозважування, оптичні та електрохімічні сенсори. Їх основні різновиди та використання в хімічному аналізі об'єктів довкілля. Вимоги до сенсорів та їх характеристики. Використання сенсорів у системах захисту довкілля.	5	
16	<b>Хімічні методи аналізу довкілля.</b> Титриметрія та гравиметрія в хімічному аналізі об'єктів довкілля. Методи визначення вологості ґрунтів, твердості, ХСК, БСК, кислотності та лужності вод, пилу у повітрі, тощо.	3	
17	<b>Електрохімічні методи аналізу довкілля.</b> Потенціометричні методи аналізу. Розрахунок результатів за даними іонометрії та потенціометричного титрування. Обробка експериментальних	5	

	залежностей (метод Грана та ін.). Методи вольтамперометрії при визначенні важких металів та органічних речовин. Амперометричні сенсори.		
18	<b>Методи молекулярної спектроскопії.</b> Фотометричні, спектрофотометричні та люмінесцентні методи аналізу доквілля. Методики визначення поверхнево-активних речовин, рухомих форм елементів, фосфору, різних форм нітрогену, форм заліза, тощо у ґрунтах та водах. Переваги та недоліки методів молекулярної спектроскопії. ІЧ-спектро-метричне визначення нафтопродуктів у ґрунтах та водах.	5	
19	<b>Методи атомної спектроскопії</b> Техніка ААС, АЕС. Апаратура ОЕС-ІЗП, ААС-ЕТА, ААС-полум'я. Методи визначення важких металів в об'єктах навколишнього середовища. Розрахунок (знаходження) характеристичної концентрації в методі ААС, вибір умов визначення різних елементів. Гібридні методи при визначенні форм елементів.	5	
20	<b>Хроматографічні методи.</b> Обробка хроматограм. Оцінка ефективності та селективності хроматографічної колонки. Вибір умов хрозділення. Розрахунок характеристик піка (симетричного, асиметричного, піка домішки, піків що перекриваються). ГХ визначення пестицидів (фосфор-органічних, хлорорганічних, нітроген-вміщуючих) у доквіллі.	5	
21	<b>Методи рідинної хроматографії</b> Високоєфективна рідинна хроматографія в аналізі. Площинна хроматографія (ТШХ та паперова). Рухомі і нерухомі фази РХ та їх вибір. Методи визначення поліциклічних ароматичних вуглеводнів та фенолів. Методи контролю вмісту фармпрепаратів у стоках. Ситова хроматографія.	5	
22	<b>Іоно-обмінна хроматографія.</b> Методи визначення іонних форм речовин методом іонної хроматографії. Іонообмінники - їх основні різновиди та властивості. Використання іонного обміну в хімії.	3	
23	<b>Електрофоретичні методи.</b> Методи визначення іонного та молекулярного складу методами високоєфективного капілярного електрофорезу (ВЕКЕ). Поняття про електроосмотичний потік та його роль при розділенні іонних і нейтральних форм речовин. Визначення амінокислот та білків. Апаратура ВЕКЕ, детектори, способи введення проб.	5	
24	<b>Мас-спектрометричні методи.</b> Методи визначення суперекотоксикантів у навколишньому середовищі (діоксини, поліхлоровані біфеніли, афлатоксини). Методи ідентифікації домішок. Особливості роботи з базами даних. (мас-спектрометрії, хроматографії, ІЧ-спектрометрії, NIST, тощо).	7	
	Разом	110	

### 6.5. Індивідуальні завдання (у разі потреби)

...

## 7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА (у разі потреби)

Обладнання – обладнання, реактиви та хімічний посуд.  
Програмне забезпечення – базові пакети MS Office.

## 8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. К.:Либідь,1996.-304 с
2. Набиванець Б.Й., Осадчий В.І., Осадча Н.М., Набиванець Ю.Б. Аналітична хімія поверхневих вод. Київ.: Наукова думка, 2007.-460 с.
3. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. -Москва, 2000.-:432 с.
4. Якунина И.В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг: учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 188 с.
5. Клименко М.О., Прищепа А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: підручник Київ.:Академія,2006.-360 с.(Альма-матер).
6. Посудін Ю. І. Моніторинг довкілля з основами метрології: підручник.– К:2012. – 426 с.

### Допоміжна література

1. Алемасова А.С., Луговой К.С. Экологическая аналитическая химия. Учебное пособие: . – Донецк: ДонНУ, 2010. – 271 с.
2. ГОСТ. Вода питьевая. Методы анализа. -М.: Изд-во стандартов, 1976.-193с.
- 2а. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.:Химия,1984.-447
3. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть 1. Методы химического анализа вод. М.:СЭВ, 1977.-831 с.
4. Карякин А.В., Грибова И.Ф. Методы оптической спектроскопии и люминесценции в анализе природных и сточных вод .-М.: Химия. 1987.-304 с.
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт з спецкурсу “Аналіз природних та стічних вод” / Б.Й.Набиванець, О.П.Рябушко, В.В.Сухан та ін. К.:Київ. унів-т ім.Т.Г.Шевченка,1993.- 119.
6. Васильев В.П., Дмитренко П.А., Кавецкий В.Н., и др. Справочник по контролю за применением средств химизации в сельском хозяйстве. -К.: Урожай, 1989.-160 с.
7. Муравьева С.И., Казнина Н.И., Прохорова Е.К. Справочник по контролю вредных веществ в воздухе. М.: Химия, 1988.-319 с.
8. Лейте В. Определение загрязнений воздуха в атмосфере и на рабочем месте . Л.:Химия,1980.-330 с.
9. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Л.: Госкомгидрометеиздат, 1979.-447 с.
- 10 Другов Ю.С. и др. Методы анализа загрязнения воздуха. М.: Химия, 1984.-383 с.
11. Методические указания по определению вредных веществ в воздухе. Вып. IX. М.:МЗ СССР,1986.-236 с.
12. Клисенко М.А., Александрова Л.Г. Определение остаточных количеств пестицидов /Под ред. Ю.И.Кундиева. Киев: Здоровье,1983.-247 с.
13. Хроматографический анализ окружающей среды: Пер. с англ. /Под ред. В.Г.Березкина. М.: Химия,1979.-605 с.
14. Манита М.Д., Салиходжанова Р.Ф., Яворовская С.Ф. Современные методы определения атмосферных загрязнений населенных мест. М.:Медицина,1980.-254 с
15. Перегуд Е.А., Быховская М.С., Гернет Е.В. Быстрые методы определения вредных веществ в воздухе. М.: Химия, 1970.-357 с.
16. Перегуд Е.А., Горелик Д.О. Инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы. Л.: Химия, 1981.-383 с.
17. Иовенко Э.Н. Автоматические анализаторы и сигнализаторы токсичных и взрывоопасных веществ в воздухе. М.: Химия, 1972.-187 с.
18. Строганов Н.С.,Бузинова Н.С. Практическое руководство по гидрохимии. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ,1980.-196 с.
19. Лейте В. Определение органических загрязнений питьевых, природных и сточных вод. - М.: Химия,1975.-200 с.

20. Основы прогнозирования качества поверхностных вод /Л.Н.Фальковская, В.С.Каминский, Л.Л.Пааль, И.Ф. Грибовская. М.: Наука, 1982.-181 с.
21. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат,1973.-269 с.
22. Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. Методы анализа природных вод. 3-е изд. М.: Недра,1970.-488 с.
23. Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.И. Методы определения вредных веществ в воде водоемов. М.: Медицина, 1981.-376 с.
24. Карякин А.В., Грибовская И.Ф. Эмиссионный спектральный анализ объектов биосферы. М.Химия, 1979.-207 с.
25. Проблемы аналитической химии. Т.5. Методы анализа природных и сточных вод. М.: Наука, 1977.-
26. Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектро-флуориметрические методы анализа ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. М. Гидрометеиздат,1981.-215 с.
27. Вяхирев Д.А., Шушунова А.Ф. Руководство по газовой хроматографии. М.: Высшая школа,1975.-300 с.
- 28 Р.Бок Методы разложения в аналитической химии. М.Химия, 1984.-286 с.
29. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография: Пер. с англ./Под ред. В.Г.Березкина. М.: Мир,1981.-215с.
30. Основы жидкостной хроматографии: Пер. с англ./Под ред. А.А.Жуховицкого. М.: Мир,1973.-215 с.
31. Жидкостная хроматография при высоком давлении: Пер. с англ./Под ред. В.А.Енгельгардта. М.: Мир, 1980.-205 с.
32. Петерс И. и др. Химическое разделение и измерение: Пер. с англ.М.Мир, 1978.-476 с.
33. Гиллем А., Штерн Г. Электронные спектры поглощения органических соединений: Пер. с англ. М.:Изд. иностр. лит-ры,1957.-386 с.
34. Спектроскопические методы определения следов элементов. Ред. Дж. Вайнфорднер. Пер. с англ. М.: Мир,1979.-494 с.
35. Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа. М.: Наука,1965.-420 с.
36. Львов Б.В. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Наука,1966.-392 с.
37. Жаров В.П., Летохов в.С. Лазерная оптико-акустическая спектроскопия. М.: Наука, 1984.-320 с.
38. Майрановский С.Г., Страдынь Я.П., Безуглый В.Д. Полярография в органической химии. М.: Химия, 1975.-351 с.
39. Рейх Н.Н., Тупиченков А.А., Цейтлин В.Г. Метрологическое обеспечение производства. М.: Изд-во стандартов, 1987.-248 с.
40. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. М.: Изд-во стандартов, 1985.-248 с.
41. Спектральный анализ в геологии М.Наука, 1971.
42. Атомная спектроскопия и спектральный анализ. Киев: Наукова думка. 1974.
43. Петрова М.В. Семенова О.П. Спектроскопия. Методы и применение. М.: Наука,1964.
44. Калинин С.К., Файн Э.Е. Эмиссионный спектральный анализ минерального сырья. М.: Наука,1969.-248 с
45. Славин У. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Пер. с англ./Под ред. Б.В.Львова. М.: Химия, 1971.-296 с.
46. Прайс В. Аналитическая атомно-абсорбционная спектроскопия. Пер. с англ./Под ред. Б.В.Львова. М.: Мир, 1976.-355 с.
47. Брицке М.Э. Атомно-абсорбционный спектрохимический анализ. М.: Химия, 1982.-224 с.
48. Нурмухаметов Р.Н. Поглощение и люминесценция ароматических соединений. М.: Химия, 1971.-216 с.
- 49.Андронов Н.В. Измерение расхода жидкостей и газов. М.: Энергия, 1981. - 88 с.
50. Environmental sampling and analysis for metals / by Maria Csuros and Csaba Csuros.- CRC Press LLC, 2002.-375 p.
51. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970.-488 с.

1. Statistics and chemometrics for analytical chemistry / James N. Miller and Jane C. Miller. — 5th ed. Pearson Education Limited.- 2005.-285 p.
52. Sample preparation techniques in analytical chemistry /ed. S. Mitra (Chem. Analysis; V.162).- 2003.-458 p.
53. Meloan Clifton E. Chemical separations: principles, techniques, and experiments: a combined text, laboratory manual, and reference .- John Wiley & Sons, Inc. 1999.-753 p.
54. John R. Dean Methods for Environmental Trace Analysis/series AnTS. -John Wiley & Sons, Ltd, 2003.-260 p.
55. Roger Reeve Introduction to Environmental Analysis/series Analytical Techniques in the Sciences (AnTS).- John Wiley & Sons Ltd, 2002.-302 p.
56. Handbook of Residue Analytical Methods for Agrochemicals. V1-2/Ed. Philip W Lee.- John Wiley & Sons Ltd, 2003.-1430 p.
57. Practical guidelines for the analysis of seawater /Edited Oliver Wurl.- Taylor & Francis Group, LLC,2009.-418p.
58. E. Roberts Alley Water Quality Control Handbook /Second Ed, McGraw-Hill, 2007-795 p.
59. Marc Pansu, Jacques Gautheyrou. Handbook of Soil Analysis.- Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006.-996 p.
60. Crompton T.R. Determination of Anions in Natural and Treated Waters.-Taylor & Francis, 2005.-818 p.
61. Soil Sampling and Methods of Analysis/Second Edition/ Ed. by M.R. Carter, E.G. Gregorich.- Taylor & Francis Group, LLC, 2008.-1230 p.
62. Crompton T.R. Determination of metals and anions in soil, sediments and sludges.-Taylor & Francis, 2005.-730 p.
63. Analytical Methods for Drinking Water: Advances in Sampling and Analysis /Edited by P. Quevauviller and K. C. Thompson.- John Wiley & Sons, 2006.-191 p.
64. Dunnivant, Frank M. Environmental laboratory exercises for instrumental analysis and environmental chemistry.-John Wiley & Sons, Inc, 2004.-344 p.
65. Chemical Speciation in the Environment. Second Edition/Ed. by A.M. Ure and C.M. Davidson.- Blackwell Science Ltd, 2002.-473 p.
66. Maria Csuros, Csaba Csuros Environmental sampling and analysis for metals / CRC Press LLC, 2002.-404 p.
67. Analytical measurements in aquatic environments / ed. J. Namiesnik, P. Szefer.- Taylor and Francis Group, 2010.-491 p.
68. Patnaik, Pradyot. Handbook of environmental analysis: chemical pollutants in air, water, soil, and soil wastes. CRC Press, Inc, 1997.-604 p.
69. Water quality concepts, sampling, and analyses / ed. Yuncong Li and Kati Migliaccio. Taylor and Francis Group, LLC, 2011.-335 p.

### **Інформаційні ресурси в мережі Інтернет**

1. Бази NIST: <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
2. Методичні посібники: <http://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/8872>